

27 SEP 2004

PCT/JP03/03848

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

27.03.03

#

10/509482

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月29日

出願番号

Application Number:

特願2002-097419

[ST.10/C]:

[JP2002-097419]

REC'D 23 MAY 2003

WIPO

PCT

出願人

Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

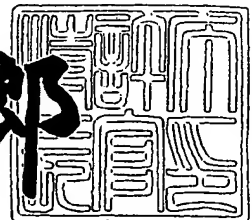
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3033455

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00537

【提出日】 平成14年 3月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 1/00

【発明の名称】 テストチャート、幾何特性解析システム

【請求項の数】 18

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

    【氏名】 龍田 成示

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

    【氏名】 井岡 健

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

    【氏名】 小宮 康宏

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

    【氏名】 海老原 利行

【特許出願人】

    【識別番号】 000000376

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

    【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076233

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013387

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9101363

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 テストチャート、幾何特性解析システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも 1 つに係る幾何的特性を解析するために用いられるテストチャートであって、

記録面を有する記録媒体と、

この記録媒体の記録面上に、所定の幾何特性フォーマットに基づいて、マークにおける所定の位置を画像処理的に測定可能となるような形状で、かつ、一のマークと他のマークとを画像処理的に分別可能となるような間隔で配列して記録された複数のマークと、

を具備したことを特徴とするテストチャート。

【請求項 2】 上記所定の幾何特性フォーマットは、上記複数のマークを、上記記録面上の少なくとも一方向において等間隔に配列させるものであることを特徴とする請求項 1 に記載のテストチャート。

【請求項 3】 上記マークは、単一のドット、または、全体として所定の形状をなすように隣接して配列された複数のドット、により構成されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載のテストチャート。

【請求項 4】 上記複数のマークは、複数の記録手段によって上記記録面上に記録されたものであり、

一の記録手段によって記録されたマーク群と、他の記録手段によって記録されたマーク群とが、互いに独立した幾何特性フォーマットに基づくように、上記所定の幾何特性フォーマットは、上記複数の記録手段毎に設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載のテストチャート。

【請求項 5】 上記マークは、上記複数の記録手段毎に、異なる態様で記録されていることを特徴とする請求項 4 に記載のテストチャート。

【請求項 6】 請求項 1 に記載のテストチャートを用いて、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも 1 つに係る幾何的特性を解析するための幾何特性解析システムであって、

上記幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶手段と、

上記テストチャートを光学的に読み取ってチャートイメージを生成する撮像手段と、

この撮像手段により生成したチャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置と、上記フォーマット記憶手段に記憶されている幾何特性フォーマットに基づいた該複数のマークの各々に係る上記所定の位置と、の誤差が最小となるように、上記チャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置を規定するための基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定する解析手段と、

を具備したことを特徴とする幾何特性解析システム。

【請求項7】 上記解析手段は、上記所定の位置としてマークの中心位置を算出し、上記チャートイメージにおける上記複数のマークの各々の中心位置と、上記幾何特性フォーマットに基づいた該複数のマークの各々の中心位置と、の誤差の二乗和が最小となるように、上記チャートイメージにおける基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定するものであることを特徴とする請求項6に記載の幾何特性解析システム。

【請求項8】 上記解析手段は、上記記録媒体の記録面を所定の領域単位で区切って、該所定の領域毎に解析を行うものであることを特徴とする請求項6に記載の幾何特性解析システム。

【請求項9】 上記複数のマークを上記記録媒体の記録面に記録するための少なくとも1つの記録手段をさらに具備したことを特徴とする請求項6に記載の幾何特性解析システム。

【請求項10】 上記記録手段は複数設けられており、

上記解析手段は、上記複数のマークを、記録に用いられた記録手段毎に異なるグループに分類し、各グループ毎に、上記チャートイメージにおける基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定するものであることを特徴とする請求項9に記載の幾何特性解析システム。

【請求項11】 上記複数の記録手段は、記録手段毎に異なる態様のマークを記録するように構成されており、

上記解析手段は、上記マークの態様に基づいて、各マークが属するグループを

分類するものであることを特徴とする請求項 1 0 に記載の幾何特性解析システム

【請求項 1 2】 上記記録媒体は、上記記録手段に対して相対的に搬送されながら、該記録手段により上記複数のマークを順次記録されるようになっており

上記撮像手段は、上記搬送方向における上記記録手段の下流側に配置され、該記録手段が上記複数のマークを記録することにより構成されたテストチャートを光学的に読み取るためのラインセンサを含んで構成されたものであることを特徴とする請求項 9 に記載の幾何特性解析システム。

【請求項 1 3】 上記記録媒体は、該記録媒体とは異なる他の記録媒体を上記撮像手段に対して相対的に搬送するための無端ベルトであって、

上記記録面は、この無端ベルトのベルト面であり、

上記テストチャートは、複数のマークをこのベルト面に記録することにより構成されたものであることを特徴とする請求項 6 に記載の幾何特性解析システム。

【請求項 1 4】 上記複数のマークは、上記無端ベルトのベルト面に形成した複数の孔により構成されており、

これら複数の孔を介して上記他の記録媒体を上記ベルト面に吸着させるための吸引手段をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 3 に記載の幾何特性解析システム。

【請求項 1 5】 上記記録手段は、上記記録媒体上に上記複数のマークを記録し得るインクジェットヘッドを含んで構成されたものであることを特徴とする請求項 9 に記載の幾何特性解析システム。

【請求項 1 6】 上記撮像手段は、撮像解像度が、上記記録手段の記録解像度よりも高くなるように構成されたものであることを特徴とする請求項 9 に記載の幾何特性解析システム。

【請求項 1 7】 上記解析手段は、上記記録手段とは別体であって、かつ上記撮像手段とは別体となるように構成されたものであることを特徴とする請求項 9 に記載の幾何特性解析システム。

【請求項 1 8】 上記フォーマット記憶手段は、上記記録手段に一体的に保

持されており、自己が一体的に保持される記録手段に適した幾何特性フォーマットを記憶するものであることを特徴とする請求項9に記載の幾何特性解析システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、テストチャートと、このテストチャートを用いて記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何的特性を解析するための幾何特性解析システムと、に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタル的に記録された画像を、プリンタ等の記録装置によって用紙やフィルムなどの記録媒体に記録したり、逆に、これらの記録媒体に記録された画像をスキャナ等の撮像装置によって撮像するときには、得られる画像の品質は、記録装置の記録特性や記録媒体の媒体特性、あるいは撮像装置の撮像特性などに大きく左右される。

【0003】

特に、記録装置や撮像装置は、記録媒体の記録面の面積よりも小さな面積の記録部（ヘッド）や撮像部（CCD）を複数用いることがあり、これらを記録媒体に対して移動させることにより該記録媒体への記録や撮像を行っているために、複数の記録部同士あるいは撮像部同士の位置関係や、移動に伴うメカ的誤差などの幾何的特性が、画像の品質に与える影響は少なくない。

【0004】

例えば、記録装置としてのカラーインクジェットプリンタは、インクの各色に応じた複数のヘッドを備えているが、これらのヘッド位置が互いに僅かにずれていたりとしても、各色のドットが正しく重ね合わされことなく印刷されてしまい、色ずれを生じて印字品質を著しく劣化させる要因となる。

【0005】

そこで、例えば特開平10-278311号公報には、色ずれを検出し易いテ

ストパターン（チャート）を印字して、この印字したテストパターンをオペレータが目視により確認し、最も色ずれの少ないパターンを選択することにより、印字装置の幾何的な印字特性を推定し、該色ずれを補正するような画像処理を行う技術が記載されている。

## 【0006】

また、特開平7-40531号公報には、低解像度の2つのヘッドを、ノズルが互いに補完し合う位置となるように配設して固定することにより、解像度をほぼ倍にするインクジェットヘッドアセンブリが記載されている。このようなインクジェットヘッドアセンブリにおいては、互いのヘッドの位置関係を正確に測定して組み付ける必要があるが、従来は、ノズルの位置を直接機械的に測定したり、ノズルにより印字したドットやラインを顕微鏡で測定したりすることにより、これらを行っていた。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したようなテストチャートをオペレータが観測することによりずれを判断する手段では、オペレータにある程度の熟練が必要になるとともに、経験を積んだ熟練のオペレータであっても主観に依存する調整となってしまうことは避けられない。

## 【0008】

また、ヘッド位置を機械的に測定する場合には精密な機構が必要となるために、測定機器を購入するコストやその後のメンテナンスに要するコストが嵩むとともに、測定作業に要する製造コストも嵩むことになり、さらには、該測定機器を設置するためのスペースも要してしまう。

## 【0009】

それに、ヘッドを幾ら精密に測定して位置決めしたとしても、ノズル同士の位置関係が、印字したときの着弾位置関係にそのまま一致するとは限らず、異なってしまう場合もある。

## 【0010】

加えて、ドットやラインを印字して顕微鏡で測定する場合には、顕微鏡による



視野が狭く、測定に手間を要するとともに、取得したデータ量が多い場合には処理が重くなるという課題がある。この課題に対応するためには、実質的に少ない数のドットやラインを用いて測定することになるが、この場合、ドットの着肉不良や汚れ、また、着弾位置がある程度分散すること等を考慮すると、高精度な測定を行うことができなくなってしまう課題が新たに発生することになる。

#### 【0011】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何的特性を容易に高精度で解析することを可能とするテストチャートおよび幾何特性解析システムを提供することを目的としている。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、第1の発明によるテストチャートは、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何的特性を解析するために用いられるテストチャートであって、記録面を有する記録媒体と、この記録媒体の記録面上に所定の幾何特性フォーマットに基づいてマークにおける所定の位置を画像処理的に測定可能となるような形状でかつ一のマークと他のマークとを画像処理的に分別可能となるような間隔で配列して記録された複数のマークと、を具備したものである。

#### 【0013】

また、第2の発明によるテストチャートは、上記第1の発明によるテストチャートにおいて、上記所定の幾何特性フォーマットが、上記複数のマークを、上記記録面上の少なくとも一方向において等間隔に配列させるものである。

#### 【0014】

さらに、第3の発明によるテストチャートは、上記第1の発明によるテストチャートにおいて、上記マークが、単一のドット、または全体として所定の形状をなすように隣接して配列された複数のドット、により構成されたものである。

#### 【0015】

第4の発明によるテストチャートは、上記第1の発明によるテストチャートに

において、上記複数のマークが複数の記録手段によって上記記録面上に記録されたものであり、一の記録手段によって記録されたマーク群と、他の記録手段によって記録されたマーク群とが、互いに独立した幾何特性フォーマットに基づくように、上記所定の幾何特性フォーマットは、上記複数の記録手段毎に設定されている。

## 【0016】

第5の発明によるテストチャートは、上記第4の発明によるテストチャートにおいて、上記マークが、上記複数の記録手段毎に、異なる態様で記録されている。

## 【0017】

第6の発明による幾何特性解析システムは、第1の発明に記載のテストチャートを用いて記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何的特性を解析するための幾何特性解析システムであって、上記幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶手段と、上記テストチャートを光学的に読み取ってチャートイメージを生成する撮像手段と、この撮像手段により生成したチャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置と上記フォーマット記憶手段に記憶されている幾何特性フォーマットに基づいた該複数のマークの各々に係る上記所定の位置との誤差が最小となるように上記チャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置を規定するための基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定する解析手段と、を具備したものである。

## 【0018】

第7の発明による幾何特性解析システムは、上記第6の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記解析手段が、上記所定の位置としてマークの中心位置を算出し、上記チャートイメージにおける上記複数のマークの各々の中心位置と、上記幾何特性フォーマットに基づいた該複数のマークの各々の中心位置と、の誤差の二乗和が最小となるように、上記チャートイメージにおける基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定するものである。

## 【0019】

第8の発明による幾何特性解析システムは、上記第6の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記解析手段が、上記記録媒体の記録面を所定の領域単位で区切って、該所定の領域毎に解析を行うものである。

## 【0020】

第9の発明による幾何特性解析システムは、上記第6の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記複数のマークを上記記録媒体の記録面に記録するための少なくとも1つの記録手段をさらに具備したものである。

## 【0021】

第10の発明による幾何特性解析システムは、上記第9の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記記録手段が複数設けられており、上記解析手段は、上記複数のマークを、記録に用いられた記録手段毎に異なるグループに分類し、各グループ毎に、上記チャートイメージにおける基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定するものである。

## 【0022】

第11の発明による幾何特性解析システムは、上記第10の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記複数の記録手段が記録手段毎に異なる態様のマークを記録するように構成されており、上記解析手段は、上記マークの態様に基づいて、各マークが属するグループを分類するものである。

## 【0023】

第12の発明による幾何特性解析システムは、上記第9の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記記録媒体が、上記記録手段に対して相対的に搬送されながら、該記録手段により上記複数のマークを順次記録されるようになっており、上記撮像手段は、上記搬送方向における上記記録手段の下流側に配置され、該記録手段が上記複数のマークを記録することにより構成されたテストチャートを光学的に読み取るためのラインセンサを含んで構成されたものである。

## 【0024】

第13の発明による幾何特性解析システムは、上記第6の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記記録媒体が、該記録媒体とは異なる他の記録媒体を上記撮像手段に対して相対的に搬送するための無端ベルトであって、上記記録面

は、この無端ベルトのベルト面であり、上記テストチャートは、複数のマークをこのベルト面に記録することにより構成されたものである。

## 【0025】

第14の発明による幾何特性解析システムは、上記第13の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記複数のマークが、上記無端ベルトのベルト面に形成した複数の孔により構成されており、これら複数の孔を介して上記他の記録媒体を上記ベルト面に吸着させるための吸引手段をさらに具備したものである。

## 【0026】

第15の発明による幾何特性解析システムは、上記第9の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記記録手段が、上記記録媒体上に上記複数のマークを記録し得るインクジェットヘッドを含んで構成されたものである。

## 【0027】

第16の発明による幾何特性解析システムは、上記第9の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記撮像手段は、撮像解像度が、上記記録手段の記録解像度よりも高くなるように構成されたものである。

## 【0028】

第17の発明による幾何特性解析システムは、上記第9の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記解析手段が、上記記録手段とは別体であって、かつ上記撮像手段とは別体となるように構成されたものである。

## 【0029】

第18の発明による幾何特性解析システムは、上記第9の発明による幾何特性解析システムにおいて、上記フォーマット記憶手段が、上記記録手段に一体的に保持されており、自己が一体的に保持される記録手段に適した幾何特性フォーマットを記憶するものである。

## 【0030】

## 【発明の実施の形態】

実施の形態を具体的に説明する前に、後述する各実施形態において用いられる原理、すなわち、所定の幾何特性フォーマットに基づいて作成されたテストチャートを撮像して得られるチャートイメージと、該幾何特性フォーマットと、のフ

ィッティングを行うことにより、幾何特性（歪み）を解析する手段について説明する。

#### 【0031】

まず、図1から図3を参照して、複数のマークを1次元方向に配列する例について説明する。図1は一次元方向にマークを配列してなるチャートデータを示す図、図2はテストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと各マークとの位置関係を示す図、図3は複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図である。

#### 【0032】

基準点（の位置ベクトル） $M$ と基準ベクトル $U$ とを用いて、孤立した複数のマークの内の $i$ 番目のマークの位置 $P_i$ を、次の数式1、

【数1】

$$P_i = M + h_i U$$

に示すように規定する幾何特性フォーマットに基づき、画像データでなるチャートデータを図1に示すように作成する。

#### 【0033】

ここに、 $h_i$ は、離散数 $i$ をパラメータとして実数空間内で定義されるスカラーであり、図1においては、特に、 $h_i = i$ となる場合、つまり、チャートデータ上で、マークが等間隔に配列されている場合、を図示している。

#### 【0034】

このチャートデータを記録装置を用いて記録媒体に記録することによりテストチャートを構成し、さらに、このテストチャートを撮像装置によって撮像したときに得られるチャートイメージは、例えば図2に示すようになり、記録装置の幾何特性、記録媒体の幾何特性、撮像装置の幾何特性によって、元のチャートデータに対して歪みが生じている。

#### 【0035】

そこで、この図2に示すように、チャートイメージ上に、仮の基準点 $M$ （ $m$ ）  
（ $m$ （ $m$ ） $x$ ，  $m$ （ $m$ ） $y$ ）（ここに、文字の上に記号「 $\wedge$ 」が記載されている部

分を、文章中では(ハット)と記載し、添え字は半角文字で代用している。以下同様。  
 。)と、仮の基準ベクトル $U(\text{ハット})$  ( $u(\text{ハット})_x$ ,  $u(\text{ハット})_y$ )と、を設定する。  
 そして、この仮の基準点 $M(\text{ハット})$ と仮の基準ベクトル $U(\text{ハット})$ とを用いて、幾何特性フォーマットに基づき、 $i$ 番目のマーク(マーク $i$ )の位置 $P(\text{ハット})_i$ を求めると、次の数式2に示すようになる。

【数2】

$$\hat{P}_i = \hat{M} + h_i \hat{U}$$

【0036】

ここで、チャートイメージから得られる(実測された) $i$ 番目のマークの所定の位置、ここでは特に中心位置、の位置ベクトルを $R_i$  ( $x_i$ ,  $y_i$ )とすると、 $i$ 番目のマークの、幾何特性フォーマットに基づく位置と実測位置との誤差 $\varepsilon_i$ は、次の数式3に示すように表される。

【数3】

$$\varepsilon_i = |\hat{P}_i - R_i|$$

【0037】

従って、各マークにおける誤差の2乗和 $E$ は、次の数式4に示すようになる。

【数4】

$$\begin{aligned} E &= \sum_i \varepsilon_i^2 = \sum_i |\hat{P}_i - R_i|^2 = \sum_i (\hat{M} + h_i \hat{U} - R_i)^2 \\ &= \sum_i \left\{ (\hat{m}_x + h_i \hat{u}_x - x_i)^2 + (\hat{m}_y + h_i \hat{u}_y - y_i)^2 \right\} \end{aligned}$$

【0038】

ここで、 $E$ を最小化する $M(\text{ハット})$ ,  $U(\text{ハット})$ は、

【数 5】

$$\frac{\partial E}{\partial \hat{m}_x} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{u}_x} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{m}_y} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{u}_y} = 0$$

を満たすような  $M$  (ハット),  $U$  (ハット) の組を求めれば良い。ここに、 $E$  は、 $M$  (ハット)  
 $U$  (ハット) の 2 次関数となるために、マークの総数を  $N$ 、つまり

【数 6】

$$\sum_i 1 = N$$

とすると、それぞれ次の数式 7 から数式 10 に示すようになる。

【数 7】

$$\frac{\partial E}{\partial \hat{m}_x} = \sum_i 2(\hat{m}_x + h_i \hat{u}_x - x_i) = 0$$

$$N \hat{m}_x + \hat{u}_x \sum_i h_i = \sum_i x_i$$

【数 8】

$$\frac{\partial E}{\partial \hat{u}_x} = \sum_i 2(\hat{m}_x + h_i \hat{u}_x - x_i) h_i = 0$$

$$\hat{m}_x \sum_i h_i + \hat{u}_x \sum_i h_i^2 = \sum_i x_i h_i$$

【数 9】

$$\frac{\partial E}{\partial \hat{m}_y} = \sum_i 2(\hat{m}_y + h_i \hat{u}_y - y_i) = 0$$

$$N \hat{m}_y + \hat{u}_y \sum_i h_i = \sum_i y_i$$

【数 10】

$$\frac{\partial E}{\partial \hat{u}_y} = \sum_i 2(\hat{m}_y + h_i \hat{u}_y - y_i) h_i = 0$$

$$\hat{m}_y \sum_i h_i + \hat{u}_y \sum_i h_i^2 = \sum_i y_i h_i$$

【0039】

ここで、

【数 11】

$$\sum_i h_i = A, \quad \sum_i h_i^2 = B$$

$$\sum_i x_i = P_x, \quad \sum_i x_i h_i = Q_x$$

$$\sum_i y_i = P_y, \quad \sum_i y_i h_i = Q_y$$

とおくと、上記数式7から数式10は、

【数 12】

$$\hat{u}_x = \frac{AP_x - NQ_x}{A^2 - NB}, \quad \hat{m}_x = \frac{AQ_x - BP_x}{A^2 - NB}$$

$$\hat{u}_y = \frac{AP_y - NQ_y}{A^2 - NB}, \quad \hat{m}_y = \frac{AQ_y - BP_y}{A^2 - NB}$$

となり、この数式12によって算出されたM(ハット)、U(ハット)は、観測されたチャートイメージ上における最も確からしい基準点および基準ベクトルを与える。

【0040】

このような最も確からしい基準点および基準ベクトルを求めるためのマーク群2を、図3に示すように、記録媒体1上に複数配置することにより、最も確からしい基準点および基準ベクトルが、チャートイメージ上における各マーク群2毎に、その配置に応じて求められる。これら複数の最も確からしい基準点および基準ベクトル同士の幾何学的な関係から、記録装置や記録媒体、撮像装置の幾何特性を解析することができる。



## 【0041】

なお、幾何特性フォーマット上の基準点および基準ベクトルは、自由に設定することができるために（当然、 $h_i$  は基準点や基準ベクトルの設定の仕方に合わせて決める必要がある）、 $A=0$  を満たすように設定することにより、つまり、仮の基準点 $M(\text{ハット})$ がマーク群の重心に位置するように設定することにより、上記数式12を次の数式13に示すように簡略化することも可能である。

## 【数13】

$$\hat{u}_x = \frac{Q_x}{B}, \quad \hat{m}_x = \frac{P_x}{N} = \mu_x$$

$$\hat{u}_y = \frac{Q_y}{B}, \quad \hat{m}_y = \frac{P_y}{N} = \mu_y$$

ここに、 $(\mu_x, \mu_y)$  は、実測されたマーク群の中心位置の単純平均であり、これに一致する仮の基準点 $M(\text{ハット})$ が最も確からしい基準点となる。なお、 $A=0$  を満たす構成の具体例としては、例えばマーク群が点対称に配置されている場合は、仮の基準点をその対称中心に設定すれば良い。

## 【0042】

次に、上述したような原理を2次元に拡張した場合について、図4を参照して説明する。図4は、2次元状にマークを配列したテストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと各マークとの位置関係を示す図である。

## 【0043】

上述したような1次元の場合と同様に、基準点（の位置ベクトル） $M$ と互いに独立な基準ベクトル $U, V$ と、を用いて、孤立した複数のマークの内の、基準点から $U$ 方向に $i$ 番目、 $V$ 方向に $j$ 番目に位置する（以下、単に「 $i, j$ 番目に位置する」と表現する）マークの位置 $P_{ij}$ を、次の数式14、

## 【数14】

$$P_{ij} = M + f_i U + g_j V$$

に示すように規定する幾何特性フォーマットに基づき、画像データでなるチャー

トデータを作成する。

【0044】

ここに、 $f_i$ 、 $g_j$  は、離散数  $i$ 、 $j$  をそれぞれパラメータとして実数空間内で定義されるスカラーである。

【0045】

このチャートデータを記録装置を用いて記録媒体に記録することによりテストチャートを構成し、さらに、このテストチャートを撮像装置によって撮像したときに得られるチャートイメージ上に、仮の基準点  $M(\text{ハット})$  ( $m(\text{ハット})x$ 、 $m(\text{ハット})y$ ) と、仮の基準ベクトル  $U(\text{ハット})$  ( $u(\text{ハット})x$ 、 $u(\text{ハット})y$ ) および  $V(\text{ハット})$  ( $v(\text{ハット})x$ 、 $v(\text{ハット})y$ ) と、を設定する。そして、この仮の基準点  $M(\text{ハット})$  と仮の基準ベクトル  $U(\text{ハット})$  および  $V(\text{ハット})$  とを用いて、幾何特性フォーマットに基づき、 $ij$  番目のマーク (マーク  $ij$ ) の位置  $P(\text{ハット})ij$  を求めると、次の数式 15 に示すようになる。

【数 15】

$$\hat{P}_{ij} = \hat{M} + f_i \hat{U} + g_j \hat{V}$$

【0046】

ここで、チャートイメージから得られる (実測された)  $ij$  番目のマークの所定の位置、ここでは特に中心位置、の位置ベクトルを  $R_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$  とすると、 $ij$  番目のマークの、幾何特性フォーマットに基づく位置と実測位置との誤差  $\varepsilon_{ij}$  は、次の数式 16 に示すように表される。

【数 16】

$$\varepsilon_{ij} = |\hat{P}_{ij} - R_{ij}|$$

【0047】

従って、各マークにおける誤差の 2 乗和  $E$  は、次の数式 17 に示すようになる。

【数 17】

$$\begin{aligned}
 E &= \sum_{ij} \varepsilon_{ij}^2 = \sum_{ij} \left| \hat{P}_{ij} - R_{ij} \right|^2 = \sum_{ij} \left( \hat{M} + f_i \hat{U} + g_j \hat{V} - R_{ij} \right)^2 \\
 &= \sum_{ij} \left\{ \left( \hat{m}_x + f_i \hat{u}_x + g_j \hat{v}_x - x_{ij} \right)^2 + \left( \hat{m}_y + f_i \hat{u}_y + g_j \hat{v}_y - y_{ij} \right)^2 \right\}
 \end{aligned}$$

【0048】

1次元のときと同様に、Eを最小化するM(ハット)、U(ハット)、V(ハット)は、

【数 18】

$$\frac{\partial E}{\partial \hat{m}_x} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{u}_x} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{v}_x} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{m}_y} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{u}_y} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial \hat{v}_y} = 0$$

を満たすようなM(ハット)、U(ハット)、V(ハット)の組を求めれば良い。この2次元におけるマークの総数も、1次元のときとほぼ同様にして、Nとなるように、つまり、

【数 19】

$$\sum_{ij} 1 = N$$

とすると、それぞれ次の数式2.0に示すようになる。

【数 20】

$$\begin{aligned}
 N\hat{m}_x + \sum_{ij} f_i \hat{u}_x + \sum_{ij} g_j \hat{v}_x &= \sum_{ij} x_{ij} \\
 \sum_{ij} f_i \hat{m}_x + \sum_{ij} f_i^2 \hat{u}_x + \sum_{ij} f_i g_j \hat{v}_x &= \sum_{ij} f_i x_{ij} \\
 \sum_{ij} g_j \hat{m}_x + \sum_{ij} f_i g_j \hat{u}_x + \sum_{ij} g_j^2 \hat{v}_x &= \sum_{ij} g_j x_{ij} \\
 N\hat{m}_y + \sum_{ij} f_i \hat{u}_y + \sum_{ij} g_j \hat{v}_y &= \sum_{ij} y_{ij} \\
 \sum_{ij} f_i \hat{m}_y + \sum_{ij} f_i^2 \hat{u}_y + \sum_{ij} f_i g_j \hat{v}_y &= \sum_{ij} f_i y_{ij} \\
 \sum_{ij} g_j \hat{m}_y + \sum_{ij} f_i g_j \hat{u}_y + \sum_{ij} g_j^2 \hat{v}_y &= \sum_{ij} g_j y_{ij}
 \end{aligned}$$

【0049】

これを行列式により表現すると、

【数 2 1】

$$\begin{pmatrix} N & \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} g_j \\ \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} f_i^2 & \sum_{ij} f_i g_j \\ \sum_{ij} g_j & \sum_{ij} f_i g_j & \sum_{ij} g_j^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{m}_x \\ \hat{u}_x \\ \hat{v}_x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{ij} x_{ij} \\ \sum_{ij} f_i x_{ij} \\ \sum_{ij} g_j x_{ij} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} N & \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} g_j \\ \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} f_i^2 & \sum_{ij} f_i g_j \\ \sum_{ij} g_j & \sum_{ij} f_i g_j & \sum_{ij} g_j^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{m}_y \\ \hat{u}_y \\ \hat{v}_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{ij} y_{ij} \\ \sum_{ij} f_i y_{ij} \\ \sum_{ij} g_j y_{ij} \end{pmatrix}$$

となり、クラメルの公式を用いて、これらの行列式を満たすM(ハット)、U(ハット)、V(ハット)の解を求めることができる。解を求めるための実際の演算処理は、コンピュータ等を用いれば良い。

【0050】

なお、上述でも既に使用している幾何特性フォーマットやチャートに関連する用語の関係は、図5に示すようになっている。図5は、フォーマットやチャートに関連する用語の関係を示す図である。

【0051】

まず、幾何特性フォーマットは、孤立したマーク同士の位置関係を規定するための規約である。

【0052】

次に、チャートデータは、この幾何特性フォーマットに基づいて生成された画像データである。

【0053】

テストチャートは、上記チャートデータに基づいて、記録装置により用紙やフィルムなどの記録媒体に記録（印字／印刷）されたものである。

【0054】

チャートイメージは、上記テストチャートを撮像装置により撮像して得られる

イメージデータである。

【0055】

その後は、上述したように、各マークの所定位置、例えば特に中心位置を解析することにより、マーク群に関する中心位置のデータを算出する。

【0056】

そして、この中心位置データと、上記幾何特性フォーマットと、を比較することにより、最も確からしい基準点および基準ベクトルを算出して、幾何特性を取得するようになっている。

【0057】

以下では、図面を参照しながら、より具体的に、本発明の実施形態を説明する。

図6から図15は本発明の第1の実施形態を示したものであり、図6は幾何特性解析システムの構成を示すブロック図である。

【0058】

この実施形態の幾何特性解析システムは、図6に示すように、解析装置としてのパーソナルコンピュータ（PC）5と、記録装置としてのプリンタ6、撮像装置としてのスキャナ7と、を有して構成されている。

【0059】

上記PC5は、幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶手段たるフォーマット記憶部9とこのフォーマット記憶部9から読み出した幾何特性フォーマットに基づき画像データであるチャートデータ（印字データ）を生成するチャートデータ生成部10とを含むチャートデータ生成記憶部8と、後述する撮像部17から出力されるチャートイメージに基づき各マークの中心位置を算出するマーク中心算出部12とこのマーク中心算出部12により算出されたマーク群の各中心位置と上記フォーマット記憶部9から読み出した幾何特性フォーマットとを比較することにより最も確からしい基準点および基準ベクトルを算出して幾何特性を解析するフィッティング部13とを含む解析手段たる解析部11と、この解析部11により解析された結果を表示するための表示部14と、を有して構成されている。

## 【0060】

また、上記プリンタ6は、上記チャートデータ生成部10から出力されたチャートデータ（印字データ）を記憶するデータ記憶部15と、このデータ記憶部15からチャートデータを読み出して用紙やフィルムなどの記録媒体に記録（印字）することによりテストチャートを生成する印字部16と、を有して構成されている。

## 【0061】

さらに、上記スキャナ7は、上記印字部16により印字媒体として生成されたテストチャートを撮像してイメージデータとしてチャートイメージを生成する撮像手段たる撮像部17を有して構成されている。

## 【0062】

次に、図7は、上記印字部16の具体的な構成を示す図である。

## 【0063】

上記印字部16は、比較的低解像度となるようにノズルをライン方向に周期的に配列したインクジェットヘッドを、該ノズルを配列する周期の半分だけ位相をずらして印字幅がほぼ重複するように2つ配置することにより、2倍の解像度を得るようにしたものとして構成されている。

## 【0064】

すなわち、印字部16は、図7に示すように、例えば150DPIの解像度が得られるような間隔P0で複数のノズル22を配列した2つの記録手段たるインクジェットヘッド20、21を、図示のように半位相、つまり、300DPIの解像度に相当する間隔P1（ほぼ84.7 $\mu$ m）だけずらして固定することにより、ヘッドアセンブリが構成されている。

## 【0065】

この実施形態では、このような構成の印字部16の、インクジェットヘッド20、21同士に係る幾何特性を解析する例について説明する。ここに、解析対象となる幾何特性の例としては、局所的なヘッドの位置（グループ化されたノズルの位置）関係、向き、ノズル間の距離、記録媒体の搬送ムラ、ヘッドの変形などが挙げられる。

## 【0066】

図8は、印字部16とこの印字部16により記録されるチャートデータとを示す図である。

## 【0067】

この図8に示す例では、1つのマークは、1つのノズル22から吐出されるインクで記録される1つのドットにより構成されている。

## 【0068】

ヘッド20に配列されたノズル22によるドットは、ライン方向の偶数座標に記録されるようになっており、隣接するノズル22によるドットは、さらに記録媒体の搬送方向に沿って例えば5ドット分ずつ位置がずれて、それが実際に記録された5ドット毎に元の搬送方向位置に復帰するようになっている。すなわち、マークの位置を（ライン方向の座標，記録媒体搬送方向の座標）により表示すると、ヘッド20による記録は、第1のノズルが（0，0）、第2のノズルが（2，5）、第3のノズルが（4，10）、第4のノズルが（6，15）、第5のノズルが（8，20）、となって、さらに第6のノズルが（10，0）、第7のノズルが（12，5）、…などとなるように行われる。

## 【0069】

一方、ヘッド21に配列されたノズルによるドットは、ライン方向の奇数座標に記録されるようになっており、隣接するノズルによるドットは、さらに記録媒体の搬送方向に沿って例えば5ドット分ずつ位置がずれて、それが実際に記録された5ドット毎に元の搬送方向位置に復帰するようになっている。すなわち、ヘッド21による記録は、第1のノズルが（1，15）、第2のノズルが（3，20）、第3のノズルが（5，0）、第4のノズルが（7，5）、第5のノズルが（9，10）、となって、さらに第6のノズルが（11，15）、第7のノズルが（13，20）、…などとなるように行われる。

## 【0070】

こうして、記録される各ドットは、ライン方向と記録媒体搬送方向との何れにも、他のドットに対して所定の間隔が取られるようになっている。このようにドット同士を離間して配置しているのは、記録したときのドットの広がりや、スキ

ャナ7で撮像する際の光学的なボケや位相ずれの影響により、ドット同士の独立性（孤立性）が損なわれるのを抑制するためである。

【0071】

このようなチャートデータに基づき取得されるチャートイメージを解析する際には、インクジェットヘッド20, 21毎に、かつ記録媒体上の領域毎に、グループ化して行う。

【0072】

具体的には、図8に示したグループG0-0, G1-0のように、記録媒体上の比較的小さな領域内において隣接するノズルで記録されるドットを、インクジェットヘッド20, 21毎にグループ化して、1つの部分的なテストチャートと見なすことにより、解析を行うようになっている。

【0073】

これにより、領域毎に各ヘッドの基準点や基準ベクトルを推定することができ、幾何特性をきめ細かに解析することが可能となる。

【0074】

こうして、図8に示すようなチャートデータに基づいて記録媒体に記録され、それを撮像することにより得られるチャートイメージを用いることにより、スキュー（斜行）や搬送ムラ、蛇行、伸縮などの影響を極力排除することができ、局所的な領域で2つのヘッド20, 21により記録されたマークを解析することが可能となる。

【0075】

次に、このように構成された幾何特性解析システムの作用について説明する。

【0076】

まず、チャートデータ生成部10は、予めフォーマット記憶部9に記憶されている幾何特性フォーマットに基づいてドットを配置した、図8に示すようなチャートデータを生成し、印字データとしてプリンタ6に送る。なお、チャートデータ生成記憶部8で予めチャートデータ自体を記憶しておき、それを印字データとしてプリンタ6に送るように構成しても構わない。

【0077】



プリンタ 6 は、受け取ったチャートデータをデータ記憶部 15 に一旦記憶した後に、ライン毎に順次読み出して、印字部 16 に設けられた各ヘッド 20, 21 により印字を行い、チャートデータに対応するテストチャートを生成する。

#### 【0078】

このようにして印字されたテストチャートをスキャナ 7 で読み取るが、このときの測定精度を高めるために、スキャナ 7 の撮像部 17 の撮像解像度を、印字部 16 の印字解像度（記録解像度）よりも高めとなるように設定する。印字部 16 の印字解像度が上述したように 300 DPI である場合には、スキャナ 7 の撮像部 17 の撮像解像度を、例えば、600 DPI に設定して撮像を行う。

#### 【0079】

そして、スキャナ 7 は、こうしてテストチャートを撮像することにより得られたチャートイメージを、PC 5 に送る。

#### 【0080】

PC 5 は、スキャナ 7 から送られたチャートイメージの幾何特性解析を、上記解析部 11 により行う。

#### 【0081】

すなわち、解析部 11 は、まず、図 8 に示したように、同一ヘッドの隣接するノズルにより印字されたドットを、G0-0, G1-0 のように所定数だけグループ化し、このグループを単位として、上記原理において詳細に説明したように、幾何特性フォーマットとのフィッティングを行い、基準点と基準ベクトルとを推定する。

#### 【0082】

具体的には、取り込んだチャートイメージに基づいて、撮像されたチャートの概略位置（例えば左上のドットと右下のドットの位置）を検出し、検出されたチャート範囲内を幾何特性フォーマットに基づいて分割することにより、各ドットのおおよその記録位置を算出する。

#### 【0083】

そして、グループを構成しているドットのそれぞれに対して、算出された記録位置を中心に、図 9 に示すような重心を算出するためのマスクをかけ、このマス

ク内で重心の算出を行う。図9は、重心を算出する際にドットにかけるマスクを示す図である。

#### 【0084】

このマスクの大きさは、重心を算出する際に隣接するドットの影響を受けることのないような画素サイズに設定する。上述したように、印字解像度の2倍の撮像解像度でチャートイメージを取得する場合には、図8に示したようなあるドットの左右または上下に隣接するドットが5ドット分だけ離れているケースでは、チャートイメージ上では10画素分だけ離れていることになる。つまりドットの中心に位置する画素を中心として、左右方向に20画素、上下方向に20画素の範囲を超えるマスクをかけると、マスク内に他のドットの影響が現れてしまうことになる。そこで、ここでは例えば、 $13 \times 13$ 画素程度のマスクを掛けるように設定する。

#### 【0085】

図10は、マークの重心を算出する際のマスクにおける輝度レベルと座標を示す図である。

#### 【0086】

その後、この図10に示すように、マスク内の各画素の輝度レベル $Y_{ij}$ をバックグラウンドレベル（ドットの存在しない部分の輝度レベル） $Y_{bg}$ から引いた残余（負になった場合は0とみなす）を次の数式22に示すように各画素の微小質量 $D_{ij}$ と定義する。

#### 【数22】

$$D_{ij} = Y_{bg} - Y_{ij} \quad (\text{ただし、} D_{ij} \geq 0)$$

#### 【0087】

ここで、バックグラウンドレベル $Y_{bg}$ からの差を取るのは、マスク内におけるドット以外の部分となる周辺が0となるように正規化することで、マスク位置の中心がドットの中心からずれた場合の、算出される重心に与える影響を防ぐためである。

#### 【0088】

そして、マスク内でモーメントの総和を求めて、これをマスク内の総質量で除算することにより、次の数式 23 に示すように、重心  $C(C_i, C_j)$  を算出する。

【数 23】

$$C_i = \frac{\sum_{ij} iD_{ij}}{\sum_{ij} D_{ij}}, \quad C_j = \frac{\sum_{ij} jD_{ij}}{\sum_{ij} D_{ij}}$$

【0089】

なお、印字したドットの着肉不良、にじみ、かすれ、ドット近傍の汚れ、などの影響を排除して推定精度を上げるために、重心の算出を行う前に、グループを構成するドットのプレスキャンを行うとさらに良い。このプレスキャンでは、上述したような重心群を算出する処理を一度行って、グループの基準点と 2 つの基準ベクトルとを算出し、その結果に基づいてマスク位置の補正を行うことにより、マスク中心位置をドット重心にほぼ正確に合わせておく。このプレスキャンにおいて、さらに、各ドットの平均質量  $\mu$  と標準偏差  $\sigma$  も予め求めておくことにより、例えば  $\mu \pm 3\sigma$  を外れる質量を持つドットは不適ドットとして除外すると良い。このように構成することによって、良好な品質で印字されたドットのみを幾何特性解析に用いることができ、解析の精度を向上することが可能となる。

【0090】

なお、ドットの位置を規定するための所定の位置は、上述したような重心に限るものではなく、幾何的な中心であっても構わないし、その他のドットの位置を規定し得る適宜の位置を用いることも可能である。ここに、幾何的な中心を求める手段としては、図 10 に示したような輝度レベル  $Y_{ij}$  を、所定の閾値で 2 値化して、該所定の閾値以下となるようなドットパターンの幾何的な中心を求めるようにする手段が一例として考えられる。

【0091】

こうして算出された重心群と、幾何特性フォーマットに基づいた記録位置群と、の誤差の 2 乗和を最小化するような基準点  $M$  と 2 つの基準ベクトルとを、フィ

ッティング部13において、上記原理で説明したように求めることにより、幾何特性フォーマットとのフィッティングを行う。

【0092】

これにより、例えば図11に示すように、グループ単位で、最も確からしい基準点Mと2つの基準ベクトル（ライン方向基準ベクトルU、記録媒体搬送方向基準ベクトルV）と、を算出することができる。

【0093】

図11は、グループ単位で算出される最も確からしい基準点と2つの基準ベクトルの様子を示す図である。

【0094】

図示のように、グループG0-0に関して、基準点M(ハット)0-0および2つの基準ベクトルU(ハット)0-0、V(ハット)0-0が求められ、グループG1-0に関して、基準点M(ハット)1-0および2つの基準ベクトルU(ハット)1-0、V(ハット)1-0が求められる。

【0095】

そして、求めた基準点および基準ベクトルに基づいて、この微小領域における2つのヘッドの状態を解析する。

【0096】

図12は、幾何特性を解析する際に用いる、グループ毎に算出された基準点や基準ベクトルの例を示す図である。

【0097】

具体的には、この図12に示すように、基準点や基準ベクトルについて、同一グループ内、あるいは異なるグループ同士で比較することにより、次のような状態を解析することができる。

(1) 基準ベクトルU(ハット)0-0と基準ベクトルV(ハット)0-0と、の方向および長さを用いた、この微小領域におけるヘッド20のスキュー角（対搬送方向）および縦横の解像度の解析

(2) 基準ベクトルU(ハット)1-0と基準ベクトルV(ハット)1-0と、の方向および長さを用いた、この微小領域におけるヘッド21のスキュー角（対搬送方向）および縦横の解像度の解析

(3) 基準位置M(ハット)0-0と基準位置M(ハット)1-0と、を用いた、グループ基準点におけるヘッド20, 21の相対的な位置関係の解析

(4) 基準ベクトルU(ハット)0-0と基準ベクトルU(ハット)1-0と、を用いた、この微小領域におけるヘッド20, 21の相対的なスキューやノズルの位置ずれの解析

(5) 基準ベクトルV(ハット)0-0と基準ベクトルV(ハット)1-0と、を用いた、この微小領域における記録媒体の搬送量、方向のずれ(通常はほとんど生じることはないが、記録媒体に撓れや撓みがあったり、ヘッド間の印字タイミングにずれがある場合には、生じることもある。)の解析

【0098】

なお、2つのヘッド20, 21のずれ量は、例えば、次のように解析して求めることも可能である。

【0099】

例えば、M(ハット)0-0を基準にして幾何特性フォーマットに基づいて推定されるM(ハット)1-0の位置P(ハット)1-0は、 $M(ハット)0-0 + 5 U(ハット)0-0$ となる。従って、幾何特性フォーマットに基づくこの基準位置P(ハット)1-0と実際の基準位置M(ハット)1-0との差、

【数24】

$$\hat{M}_{1-0} - \hat{P}_{1-0} = \hat{M}_{1-0} - (\hat{M}_{0-0} + 5\hat{U}_{0-0})$$

が、M(ハット)1-0の期待する位置からのずれ量となる。このずれ量は、ベクトルとして得られるが、このずれ量のベクトルのU(ハット)方向成分が、図7に示したように配列されたノズルの該配列方向のずれ方向やずれ量を表している。また、上記ずれ量のベクトルのV(ハット)方向成分が、ヘッド20のノズル22とヘッド21のノズル22との吐出位置のずれなどを表している。

【0100】

もちろん、基準点の設定の仕方を変えたり、あるいはグループを構成するドットの組を変えることなどにより、このような計算を行うことなく、2つのヘッド20, 21のずれ量などを解析することも可能である。

## 【0101】

ここでは、局所領域におけるグループG0-0 とG0-1 について説明したが、図13に示すように、このようなグループを異ならせたマーク群2Aを記録媒体上に複数設定して、それぞれの局所領域でグループ内のマーク群2Aの解析を行うとともに、異なるグループ同士のマーク群2Aの相対的な関係の解析を行うことにより、2つのヘッド20、21による印字状態を包括的に解析することが可能となる。

## 【0102】

図13は、グループを異ならせた複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図、図14は複数のヘッドに関する解析結果として得られた基準位置および基準ベクトルの分布例をそれぞれ示す図である。

## 【0103】

例えば、図13に示すようなグループを異ならせた複数のマーク群2Aを記録媒体1に印字することによりテストチャートを構成して、ヘッド20に関する解析結果が図14(A)、ヘッド21に関する解析結果が図14(B)、にそれぞれ示すように得られたものとする。

## 【0104】

このような場合には、図14(A)から、ヘッド20が媒体搬送方向上流側に向かって凸に歪曲していること(ヘッド20で印字されるドットの並びが上に凸に歪曲していること)が分かるとともに、図14(A)および図14(B)から、搬送速度ベクトルの長さが伸縮しているのが見られるために、媒体搬送速度にムラがあることがわかる。

## 【0105】

こうして得られた解析結果を表示部14に表示することにより、ヘッド20、21の状態を調整したり、印字パラメータの調整を行ったりすることが可能となる。

## 【0106】

また、テストチャートを作成するためのチャートデータについては、解析すべき幾何特性に合わせて各種のものをを用いることが可能であり、上記図8に示した

例に限られるものではないことは勿論である。

#### 【0107】

図15は、このようなチャートデータの一変形例を示す図である。

#### 【0108】

この図15に示す例は、同一ライン上に、4ドット毎に同一のヘッドのノズルによりドットを印字し、記録媒体の搬送方向に5ライン毎にヘッドを交替させて、かつライン方向に1ドットずらすように印字を行うものである。

#### 【0109】

すなわち、ヘッド20による記録は、0ライン目におけるライン方向座標0, 4, 8, 12, …の位置、10ライン目におけるライン方向座標2, 6, 10, 14, …の位置、に行われ、その後の20ライン目は0ライン目と同じライン方向座標に行われる。

#### 【0110】

また、ヘッド21による記録は、5ライン目におけるライン方向座標1, 5, 9, 13, …の位置、15ライン目におけるライン方向座標3, 7, 11, 15, …の位置、に行われ、その後の25ライン目は5ライン目と同じライン方向座標に行われる。

#### 【0111】

なお、上述では、主にインクジェットプリンタについて説明したが、これに限らず、レーザプリンタなどの各種のプリンタや、さらにはフィルム等に光学的に記録する記録装置など、各種の装置に広く適用することが可能である。

#### 【0112】

このような第1の実施形態のテストチャートおよび幾何特性解析システムによれば、記録装置であるプリンタと、記録媒体である用紙等と、撮像装置であるスキャナと、の少なくとも1つに係る幾何的特性を、作業員の熟練等を要することなく、容易に高精度で解析することが可能となる。

#### 【0113】

図16から図19は本発明の第2の実施形態を示したものであり、図16はヘッドと撮像部との記録媒体搬送方向における位置関係を示す図である。この第2

の実施形態において、上述の第1の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

【0114】

上述した第1の実施形態は、プリンタとは別体のスキャナによりイメージデータを取得するようになっていたが、この第2の実施形態は、プリンタ内にイメージデータを取得するための撮像部を一体に構成したものである。

【0115】

図17は、幾何特性解析システムの構成を示すブロック図である。

【0116】

この実施形態の幾何特性解析システムは、図17に示すように、解析装置としてのパーソナルコンピュータ（PC）35と、記録装置と撮像装置とを兼ねたプリンタ36と、を有して構成されている。

【0117】

上記PC35は、幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶部9と、撮像部17から出力されるチャートイメージに基づき各マークの中心位置を算出するマーク中心算出部12とこのマーク中心算出部12により算出されたマーク群の各中心位置と上記フォーマット記憶部9から読み出した幾何特性フォーマットとを比較することにより最も確からしい基準点および基準ベクトルを算出して幾何特性を解析するフィッティング部13とを含む解析部11と、この解析部11により解析された結果を表示するための表示部14と、を有して構成されている。

【0118】

また、上記プリンタ36は、上記フォーマット記憶部9に記憶される幾何特性フォーマットと同一の幾何特性フォーマットに基づきチャートデータを生成して記憶するチャートデータ生成記憶部37と、このチャートデータ生成記憶部37からチャートデータを読み出して印字媒体（記録媒体）に印字（記録）することによりテストチャートを生成する印字部16と、上記印字部16により生成されたテストチャートを撮像してチャートイメージを生成する撮像部17と、を有して構成されている。



## 【0119】

このような構成において、上記印字部16と撮像部17との位置関係は、図16に示すようになっている。

## 【0120】

上記印字部16は、ブラック(K)を印字するためのヘッド30と、シアン(C)を印字するためのヘッド31と、マゼンタ(M)を印字するためのヘッド32と、イエロー(Y)を印字するためのヘッド33と、を記録媒体搬送方向の上流側から下流側に向かって順に配設することにより構成されている。これにより、記録媒体の搬送に伴って記録手段たる各ヘッド30, 31, 32, 33により順次印字を行って、カラー印字を行うようになっている。

## 【0121】

また、上記撮像部17は、例えば、上記ヘッド30による印字幅を光学的に読み取ることができるようなライン長さのラインセンサにより構成されていて、上記印字部16を構成する何れのヘッド30, 31, 32, 33よりも記録媒体搬送方向の下流側に配設されている。

## 【0122】

このような構成の幾何特性解析システムにおいて用いるチャートデータとしては、例えば、図18に示すようなタイプのものが望ましい一例である。図18はチャートデータの一例を示す図である。

## 【0123】

この図18に示す例は、同一ライン上に、4ドット毎に同一のヘッドのノズルによりドットを印字し、記録媒体の搬送方向に4ライン毎にヘッドを順次交替させて、かつライン方向に1ドットずらすように印字を行うものである。

## 【0124】

すなわち、ヘッド30による記録は、0ライン目におけるライン方向座標0, 4, 8, 12, ...の位置に行われ、その後の16ライン目は0ライン目と同じライン方向座標に行われる。

## 【0125】

ヘッド31による記録は、4ライン目におけるライン方向座標1, 5, 9, 1

3, ...の位置に行われ、その後の20ライン目は4ライン目と同じライン方向座標に行われる。

【0126】

ヘッド32による記録は、8ライン目におけるライン方向座標2, 6, 10, 14, ...の位置に行われ、その後の24ライン目は8ライン目と同じライン方向座標に行われる。

【0127】

ヘッド33による記録は、12ライン目におけるライン方向座標3, 7, 11, 15, ...の位置に行われ、その後の28ライン目は12ライン目と同じライン方向座標に行われる。

【0128】

なお、この第2の実施形態や上述した第1の実施形態などにおいて、1つのマークを1つのドットにより記録するに限るものではなく、例えば図19に示すように、複数ドットにより1つのマークを構成するようにしても良い。

【0129】

図19は、1つのマークを1以上のドットにより構成した各種の例を示す図である。

【0130】

図19(A)は、上述したように、1つのマークを1つのドットにより構成するタイプを示している。

【0131】

図19(B)は、1つのマークをライン方向に配列した2つのドットにより構成するタイプを示している。

【0132】

図19(C)は、1つのマークを記録媒体搬送方向に配列した2つのドットにより構成するタイプを示している。

【0133】

図19(D)は、1つのマークを2×2となるように正形状に配列した4つのドットにより構成するタイプを示している。

## 【0134】

図19(E)は、1つのマークを(ライン方向に3)×(記録媒体搬送方向に2)となるように矩形状に配列した6つのドットにより構成するタイプを示している。

## 【0135】

図19(F)は、1つのマークを(ライン方向に2)×(記録媒体搬送方向に3)となるように矩形状に配列した6つのドットにより構成するタイプを示している。

## 【0136】

図19(G)は、1つのマークを3×3となるように正形状に配列した9つのドットにより構成するタイプを示している。

## 【0137】

図19(H)は、1つのマークを十字状に配列した5つのドットにより構成するタイプを示している。

## 【0138】

これらに限らず、マーク内の所定位置(上述したような重心や幾何的中心など)を規定することができるような図形となれば、適宜の形状のマークを用いることが可能である。

## 【0139】

次に、このように構成された幾何特性解析システムの作用は、上述した第1の実施形態とほぼ同様であるが、記録媒体への記録(印字)が完了してからスキャナに移動させて撮像を行うのではなく、プリンタ36内において記録を行いながら記録媒体搬送の中で同時に撮像を行うようにしている点が主な相違点となっている。

## 【0140】

すなわち、記録媒体を搬送しながら、チャートデータ生成記憶部37に記憶されているチャートデータをライン毎に読み出して、印字部16に設けられた4つのヘッド30, 31, 32, 33により順次印字することで、図18に示すようなチャートデータに基づくテストチャートをライン毎に作成して行く。

## 【0141】

4色のヘッド30、31、32、33を通過することによりテストチャートのラインが記録された記録媒体は、さらに搬送されて、上記撮像部17の位置に到達する。このときに、該テストチャートのラインが該撮像部17により撮像されて、チャートイメージとしてPC35へ出力される。

## 【0142】

PC35は、解析部11のマーク中心算出部12により、入力されたチャートイメージに基づき、各ヘッド30、31、32、33で印字された10個のマークからなる4つのグループG0-0、G1-0、G2-0、G3-0毎に、各マーク中心を検出して幾何特性解析を行うが、その後の作用は上述した第1の実施形態と同様である。

## 【0143】

なお、本実施形態においては、フォーマット記憶部9をPC35内に設けて、チャートデータ記憶部37をプリンタ36内に設けるようにしたが、上述した第1の実施形態の図6に示したように構成しても構わないことは勿論である。

## 【0144】

このような第2の実施形態によれば、上述した第1の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、プリンタ内に撮像部を設けたために、プリンタと別体でスクヤナを用意する必要がなく、記録媒体をセットし直す手間などが不要となる。さらに、プリンタの記録媒体を搬送するための搬送系を印字と撮像とに共用することができるために、印字したテストチャートと撮像したチャートイメージの位置関係を安定化させることができ、かつコストを削減することが可能となる。

## 【0145】

さらに、1つのマークを隣接する複数のドットにより構成した場合には、撮像部の解像度が比較的低くても、マークを安定して検出することが可能となる。そして、マークの面積が大きくなるために、ドットの変形や汚れ、かすれ等のノイズに対する耐性が高まり、幾何特性解析が容易になる。

## 【0146】

図20は本発明の第3の実施形態を示したものであり、記録媒体1に記録され

ているグループ毎にマーク形状を異ならせたテストチャートの一例を示す図である。この第3の実施形態において、上述の第1、第2の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

## 【0147】

上述した第1の実施形態では、チャートイメージ上のドットが2つのヘッドのどちらで印字されたものかを判断するために、チャートイメージの中から代表点（例えば左上ドットと右下ドット）を検出していた。このような手段を用いると、印字不良によってこの代表点を検出することができない場合に、幾何特性解析を行うことができなくなる可能性がある。

## 【0148】

一方、上述した第2の実施形態は、カラープリンタに係る実施形態であるために、プリンタ毎に印字されるマークは、その態様が色として異なっている。従って、撮像部17のラインセンサ等をカラーセンサにより構成すれば、記録媒体の記録面に印字されたチャートのどの部分からでも、その局所領域における4つのヘッドの幾何特性を解析することが可能となっている。

## 【0149】

これらに対して、この第3の実施形態は、グループ毎に態様としてマーク形状や大きさ等を変更することにより、カラープリンタであるとモノクロプリンタであるとを問わず、特定ドットの印字不良があってもモノクロセンサを用いて幾何特性解析を行うことができるようにしたものである。

## 【0150】

図20(A)に示すように、記録媒体1に構成されたこの実施形態のテストチャートは、より詳しくは、図20(B)に示すように構成されている。

## 【0151】

すなわち、テストチャートに記録されるマークは、ここでは3つのグループG0-0、G1-0、G2-0に分類されていて、グループG0-0に属するマークは、上記図19(C)に示したように、記録媒体搬送方向に配列した2つのドットにより構成され、グループG1-0に属するマークは、上記図19(B)に示したように、ライン方向に配列した2つのドットにより構成され、グループG2-0に属す

るマークは、上記図19(D)に示したように、 $2 \times 2$ となるように正形状に配列した4つのドットにより構成されている。

#### 【0152】

これらの各グループに属するマークが、記録媒体搬送方向に沿って、ライン方向に傾くように、斜めに配列されているのは、上記図8に示したものと同様である。

#### 【0153】

このような第3の実施形態によれば、上述した第1、第2の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、解析すべき対象（グループ）毎にマーク形状を異ならせているために、モノクロセンサを用いた場合でも、任意の場所から局所領域における幾何特性を解析することが可能となる。

#### 【0154】

なお、上述した第1から第3の実施形態においては、厳密には、記録装置の幾何特性と、記録媒体の幾何特性と、撮像装置の幾何特性と、を合わせた幾何特性を解析していることになる。通常は、記録媒体の幾何特性や撮像装置の幾何特性はほとんど影響のないレベルであることが多いために、幾何特性解析システムを、主として、記録装置の幾何特性解析に用いるシステムとして説明してきたが、もちろん、これに限定されるものではない。

#### 【0155】

例えば、フィルムや印画紙ヘレーザによる焼き付け等を行うことによりテストチャートを作成する場合には、記録装置の幾何特性と記録媒体の幾何特性は、ほとんど影響のないレベルであると見なすことができる。従って、このようなケースでは、この幾何特性解析システムは、主として、撮像装置の幾何特性を解析するためのものとして利用することが可能である。このような解析に用いる幾何特性解析システムの構成は、例えば図6におけるPC5のチャートデータ生成部10やプリンタ6が不要となる。

#### 【0156】

このように構成されたテストチャートを、ラインセンサでなる撮像部17を含むスキャナ7で撮像して、PC5の解析部11で解析を行ったときに、例えば、

上記図14(A)に示したような解析結果が得られたとすると、この場合には、スキャナ7のラインセンサが下に凸に歪曲していて、ラインセンサの移動速度にムラがあると判断することができる。

## 【0157】

あるいは、記録装置と撮像装置との幾何特性が高精度に設定されたものである場合に、読み取ったチャートイメージの幾何特性が歪んでいるときには、それは記録媒体の伸びや変形に起因すると判断することができる。

## 【0158】

このようにして、幾何特性解析システムは、記録装置と記録媒体と撮像装置との何れか1つ、またはこれらの2以上の任意の組み合わせに係る幾何的特性を解析するために用いることが可能である。

## 【0159】

図21は本発明の第4の実施形態を示したものであり、幾何特性解析システムの構成の一部を示す斜視図である。この第4の実施形態において、上述の第1から第3の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてののみ説明する。

## 【0160】

この第4の実施形態は、テストチャートを記録する記録媒体として、印字を行う記録媒体を搬送するための搬送ベルトを用いるようにしたものである。

## 【0161】

すなわち、ヘッド30、31、32、33とラインセンサ等なる撮像部17とは、印字を行うための記録媒体1の搬送方向に沿って、上記図16に示したものと同様に配置されている。

## 【0162】

上記記録媒体1は、無端ベルトでなる搬送ベルト41により搬送されるようになっており、この記録媒体たる搬送ベルト41には、チャートデータに従って穿設（記録）された孔でなるマーク群42が形成されている。

## 【0163】

この搬送ベルト41の記録媒体1が載置されるベルト面の反対側には、吸引ボ

ンプを用いた吸引手段たるバキューム機構43が設けられていて、吸引孔を兼ねた上記マーク群42を介してエアーを吸引することにより、記録媒体1を搬送ベルト41に吸着して密接させるようになっている。これにより、記録媒体1への記録精度を向上することが可能となる。

## 【0164】

なお、ここでは、エアーの吸引孔を兼ねるためにマーク群42のマークをそれぞれ孔としたが、吸引孔を兼ねない場合には、印刷等によりマークを記録しても構わないことは勿論である。

## 【0165】

また、上述では搬送ベルト41に幾何特性を解析するためのマーク群42を設けたが、この図21を兼用して図示しているように、上記ヘッド30、31、32、33のそれぞれに幾何特性フォーマットとこの幾何特性フォーマットに基づき生成したチャートデータとを記憶するためのチャートデータ生成記憶部37を一体的に取り付けて、該チャートデータ生成記憶部37に記憶されているチャートデータに基づいて記録媒体1にマークを印刷することによりテストチャートを生成するようにしても良い。

## 【0166】

すなわち、解析すべき記録装置の幾何特性は、ヘッドに依存することが多いために、ヘッド単位で解析を行うことが望ましい。そこで、各ヘッド30、31、32、33に応じたチャートデータを、それぞれに取り付けられた該チャートデータ生成記憶部37に記憶させておくことにより、各ヘッド30、31、32、33に適した解析を行うことが可能となる。

## 【0167】

このような構成においては、上述した第1から第4の実施形態とは異なり、チャートデータをPCで生成するわけではないために、PCの解析部により解析を行う際に、イメージデータとともに、該チャートデータ生成記憶部37に記憶されている幾何特性フォーマットが上記解析部に送られることになる。

## 【0168】

あるいは、PC側において予め複数の幾何特性フォーマットを記憶しておき、



何れの幾何特性フォーマットに基づき生成されたチャートデータを用いているかを判別して、その判別結果に基づきPC自体が記憶している幾何特性フォーマットを選択して解析部で用いるようにしても構わない。この場合には、チャートデータ生成記憶部37は、幾何特性フォーマットを記憶している必要はなく、ただどの幾何特性フォーマットに基づくチャートデータを記憶しているかを判別可能な情報を記憶していればよい。

## 【0169】

一般に、ヘッドの交換は、各ヘッド単位で行われるが、この交換時にはチャートデータ記憶部37も一括して交換されることになるために、新たなヘッドを装着したときにも、そのヘッドに最適なチャートデータが記憶されていることになる。

## 【0170】

このような第4の実施形態によれば、上述した第1から第3の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、搬送ベルト自体を記録媒体として幾何特性を解析するためのマークを形成しテストチャートとすることにより、その他の用紙等の記録媒体にテストチャートを印字しなくても、搬送ベルトの搬送ムラ、スキュー、蛇行などを検出することが可能となる。

## 【0171】

さらに、マークを吸引孔と兼ねることにより、印字の精度を向上することも可能となる。

## 【0172】

また、ヘッドのそれぞれにチャートデータ生成記憶部を設けることにより、ヘッドの交換作業を完了したときのテストを、正確かつ容易に行うことが可能となる。

## 【0173】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

## 【0174】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明のテストチャート、幾何特性解析システムによれば、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何的特性を容易に高精度で解析することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態の原理に係る、一次元方向にマークを配列してなるチャートデータを示す図。

【図 2】

上記実施形態の原理に係る、テストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと各マークとの位置関係を示す図。

【図 3】

上記実施形態の原理に係る、複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図。

【図 4】

上記実施形態の原理に係る、2次元状にマークを配列したテストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと各マークとの位置関係を示す図。

【図 5】

上記実施形態の原理に係る、フォーマットやチャートに関連する用語の関係を示す図。

【図 6】

本発明の第1の実施形態における幾何特性解析システムの構成を示すブロック図。

【図 7】

上記第1の実施形態における印字部の具体的な構成を示す図。

【図 8】

上記第1の実施形態において、印字部とこの印字部により記録されるチャートデータとを示す図。

【図 9】

上記第1の実施形態において、重心を算出する際にドットにかけるマスクを示す図。

【図10】

上記第1の実施形態において、マークの重心を算出する際のマスクにおける輝度レベルと座標を示す図。

【図11】

上記第1の実施形態において、グループ単位で算出される最も確からしい基準点と2つの基準ベクトルの様子を示す図。

【図12】

上記第1の実施形態において、幾何特性を解析する際に用いる、グループ毎に算出された基準点や基準ベクトルの例を示す図。

【図13】

上記第1の実施形態において、グループを異ならせた複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図。

【図14】

上記第1の実施形態において、複数のヘッドに関する解析結果として得られた基準位置および基準ベクトルの分布例をそれぞれ示す図。

【図15】

上記第1の実施形態におけるチャートデータの一変形例を示す図。

【図16】

本発明の第2の実施形態において、ヘッドと撮像部との記録媒体搬送方向における位置関係を示す図。

【図17】

上記第2の実施形態における幾何特性解析システムの構成を示すブロック図。

【図18】

上記第2の実施形態におけるチャートデータの一例を示す図。

【図19】

上記第2の実施形態において、1つのマークを1以上のドットにより構成した各種の例を示す図。

【図 20】

本発明の第3の実施形態において、記録媒体に記録されているグループ毎にマーク形状を異ならせたテストチャートの一例を示す図。

【図 21】

本発明の第4の実施形態における幾何特性解析システムの構成の一部を示す斜視図。

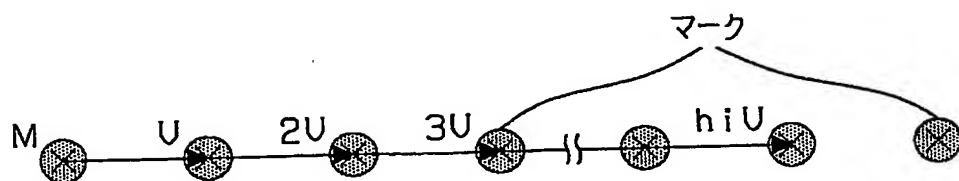
【符号の説明】

- 1…記録媒体
- 2, 2A, 42…マーク群
- 5, 35…パーソナルコンピュータ（PC）
- 6…プリンタ（記録装置）
- 7…スキャナ（撮像装置）
- 8, 37…チャートデータ生成記憶部
- 9…フォーマット記憶部（フォーマット記憶手段）
- 10…チャートデータ生成部
- 11…解析部（解析手段）
- 12…マーク中心算出部
- 13…フィッティング部
- 14…表示部
- 15…データ記憶部
- 16…印字部
- 17…撮像部（撮像手段）
- 20, 21, 30, 31, 32, 33…ヘッド（記録手段）
- 22…ノズル
- 36…プリンタ（記録装置、撮像装置）
- 41…搬送ベルト（無端ベルト）（記録媒体）
- 43…バキューム機構（吸引手段）

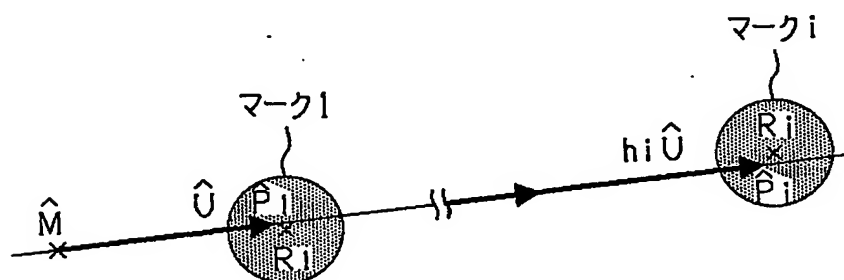
代理人 弁理士 伊 藤 進

【書類名】 図面

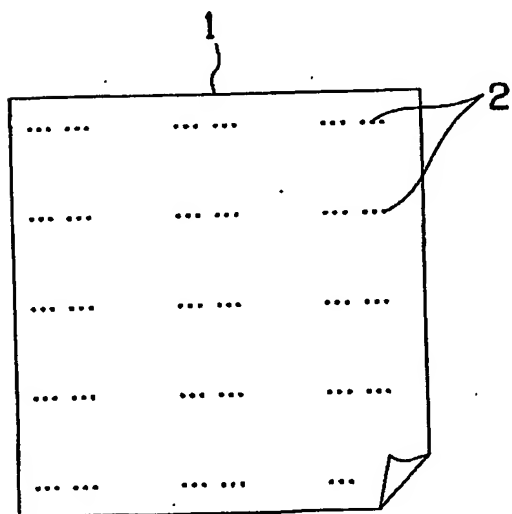
【図 1】



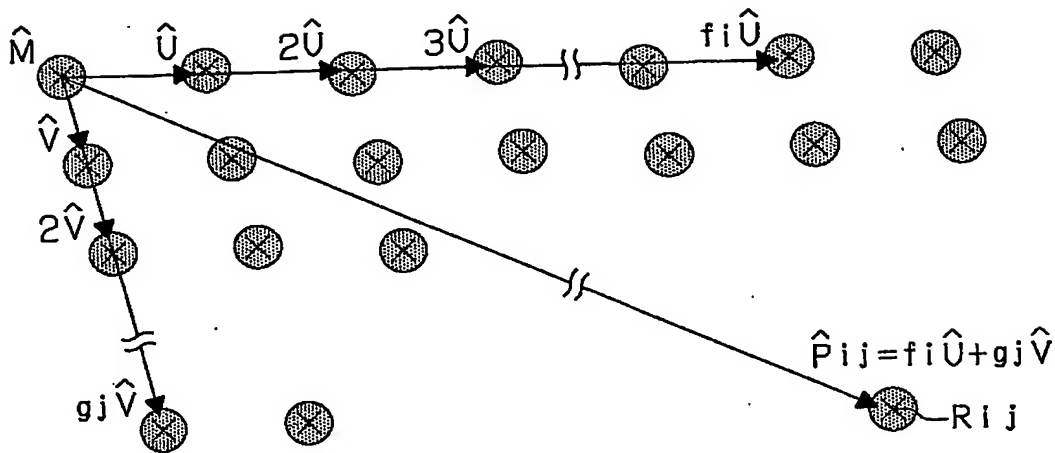
【図 2】



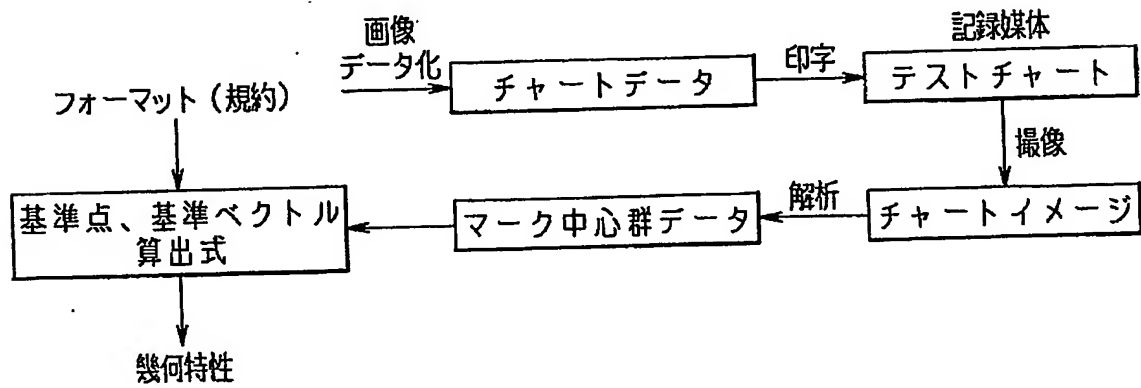
【図 3】



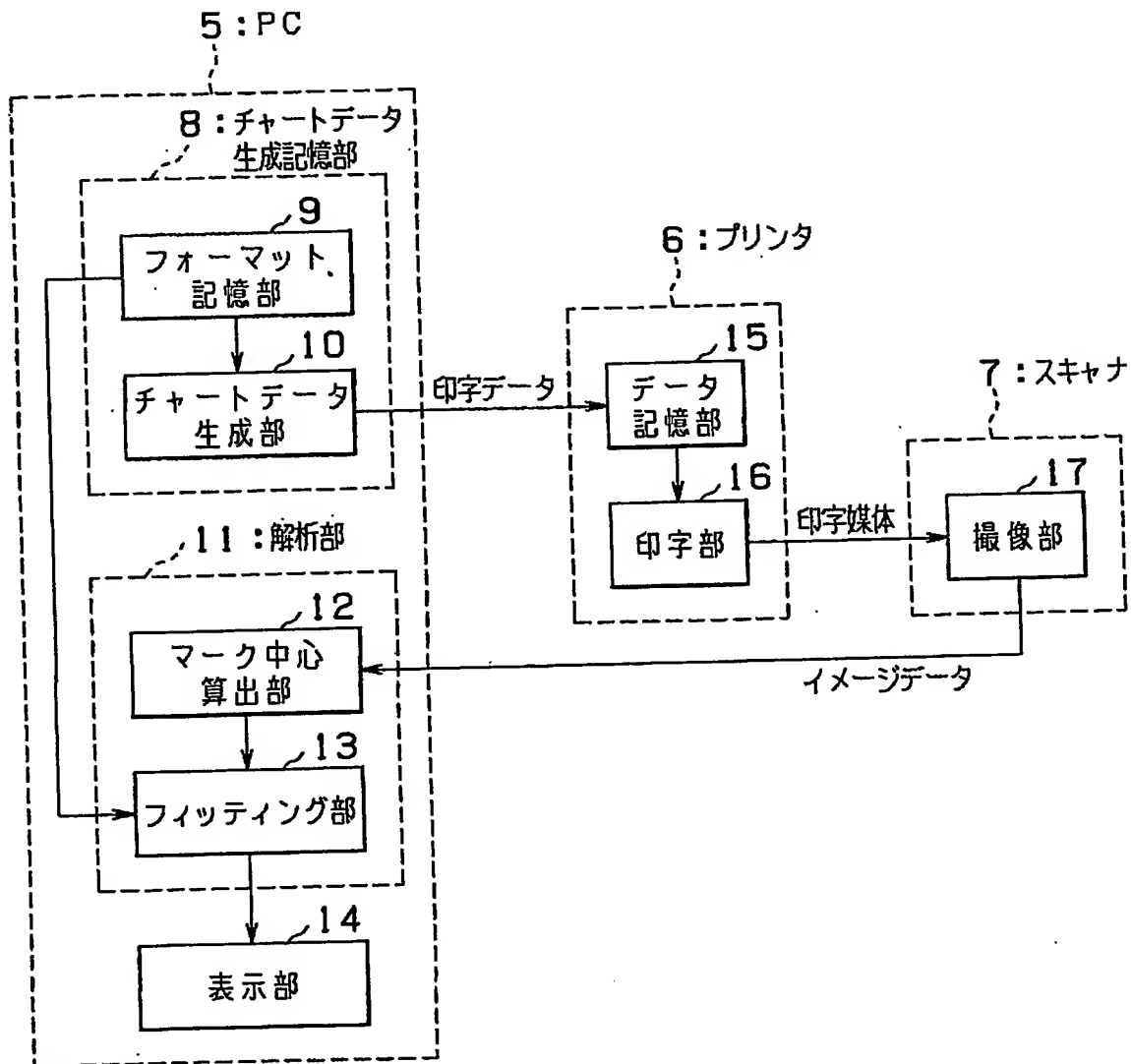
【図 4】



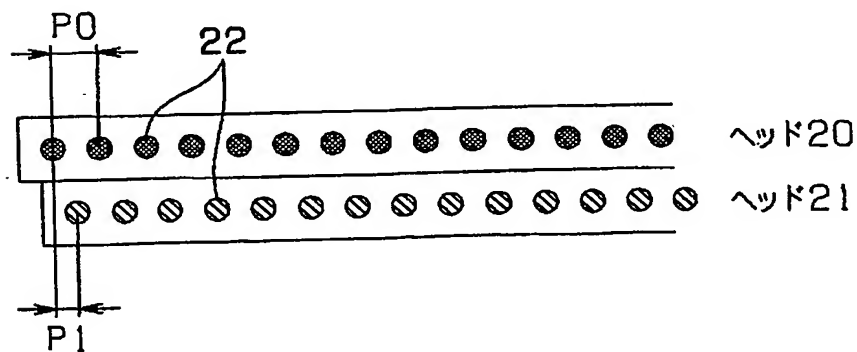
【図 5】



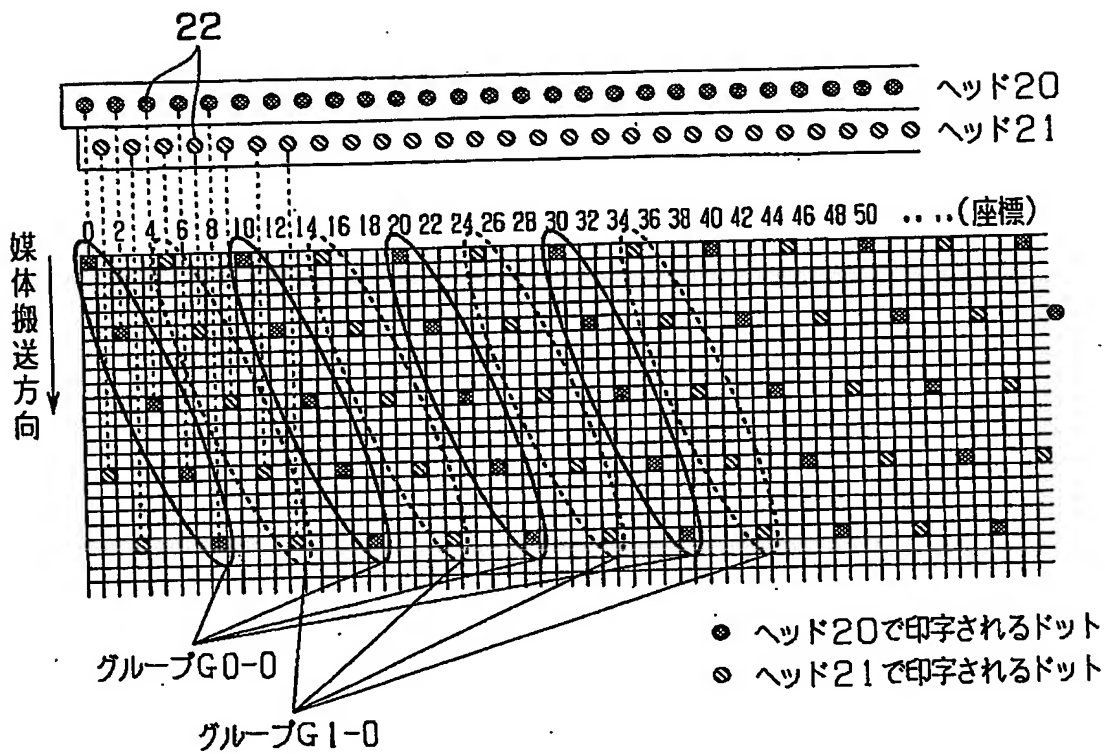
【図6】



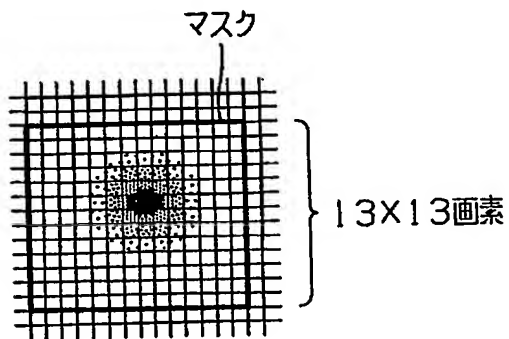
【図7】



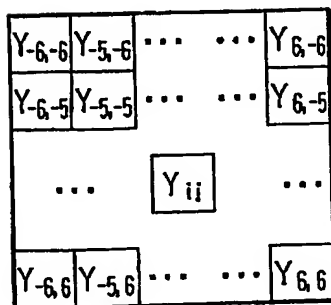
【図 8】



【図 9】

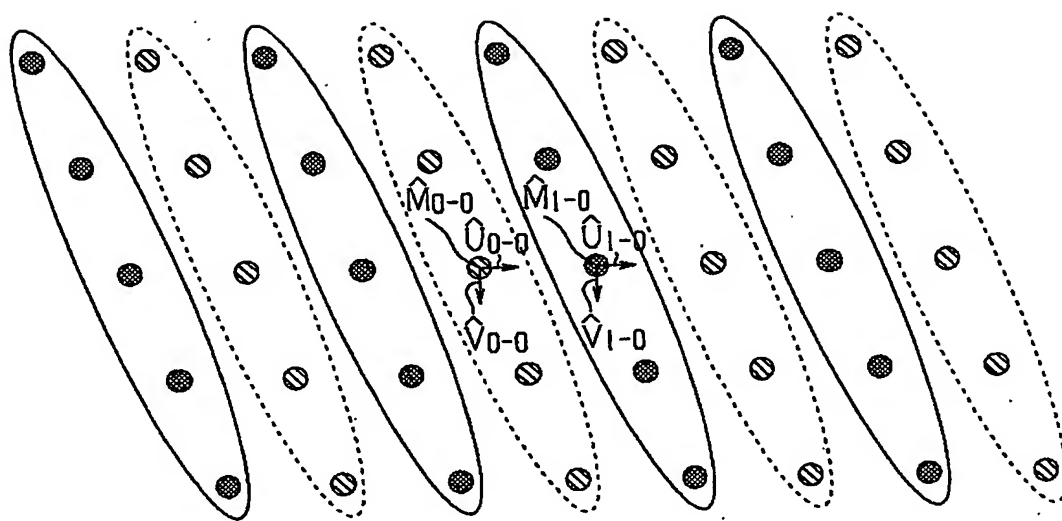


【図 10】

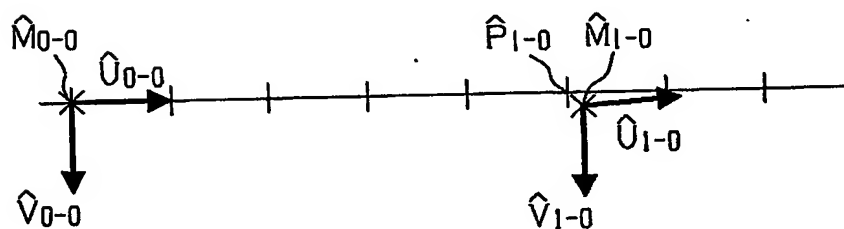




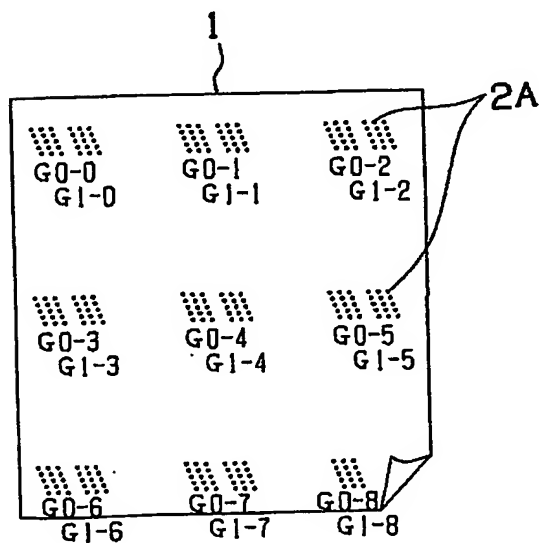
【図11】



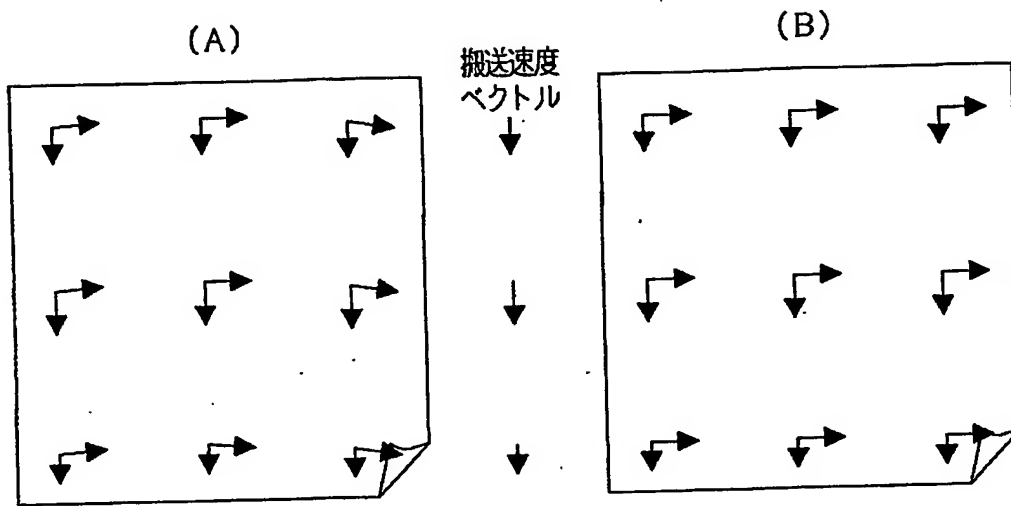
【図12】



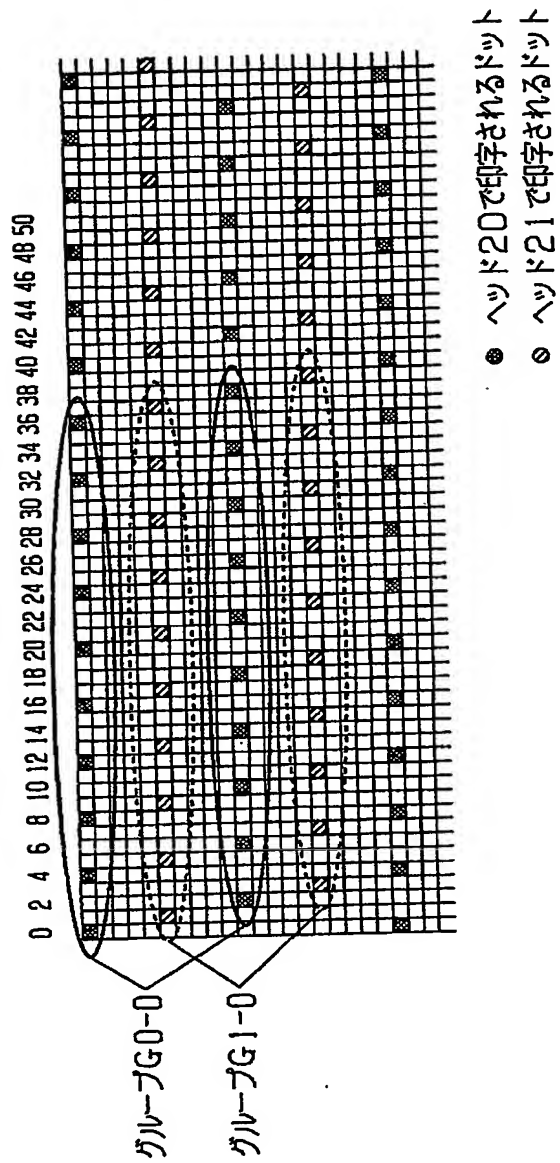
【図13】



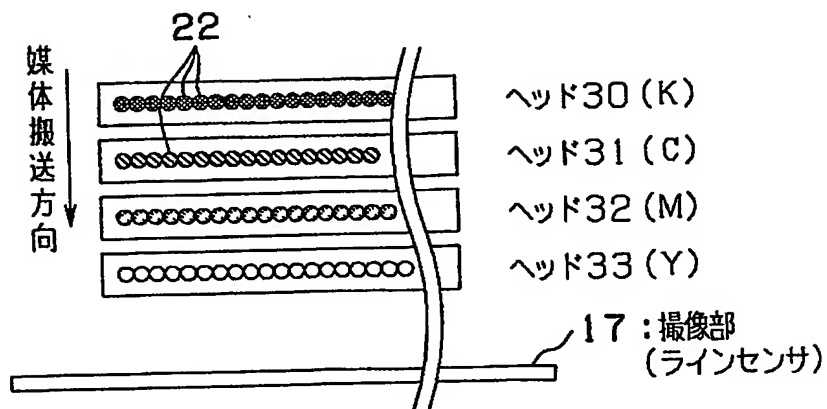
【図14】



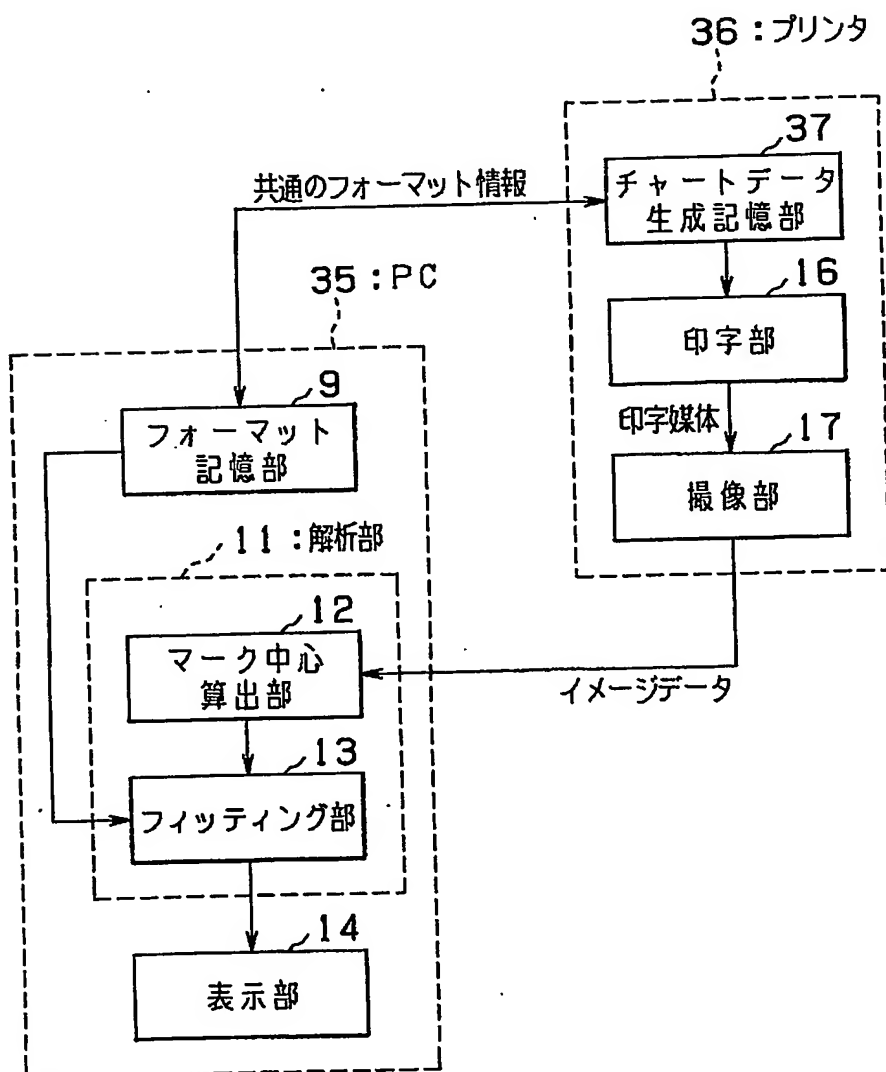
【図 15】



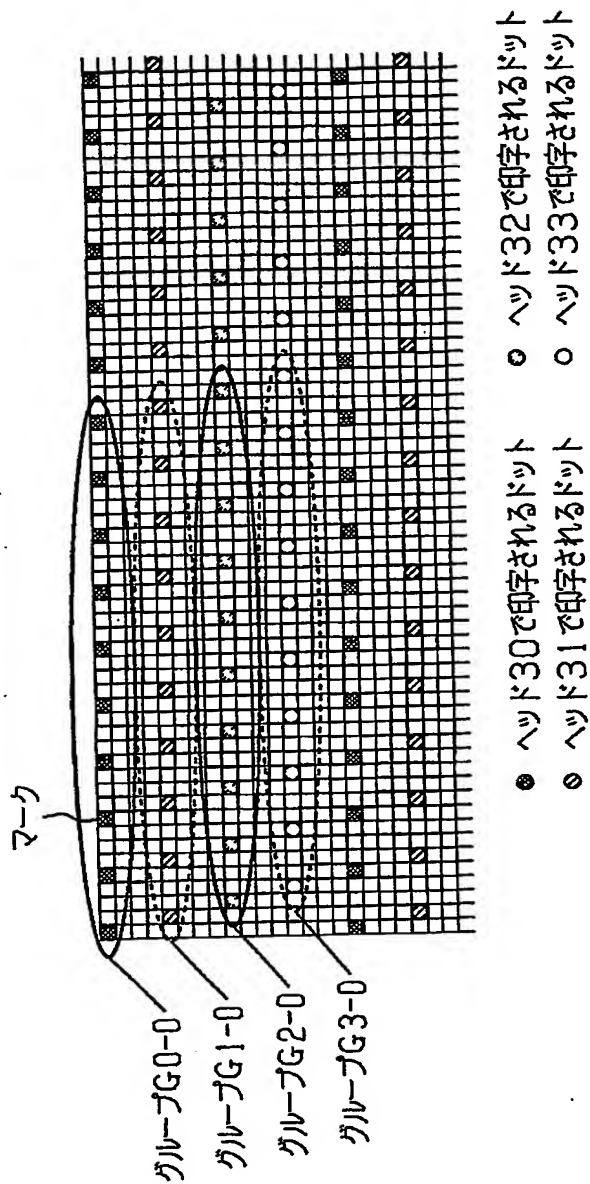
【図16】



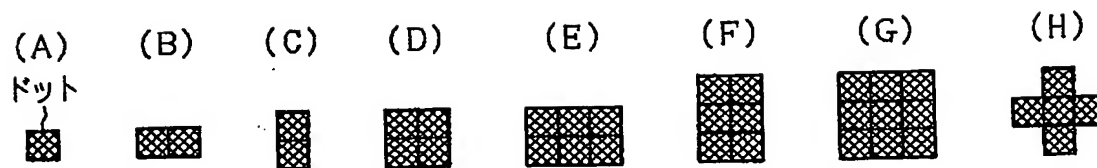
【図17】



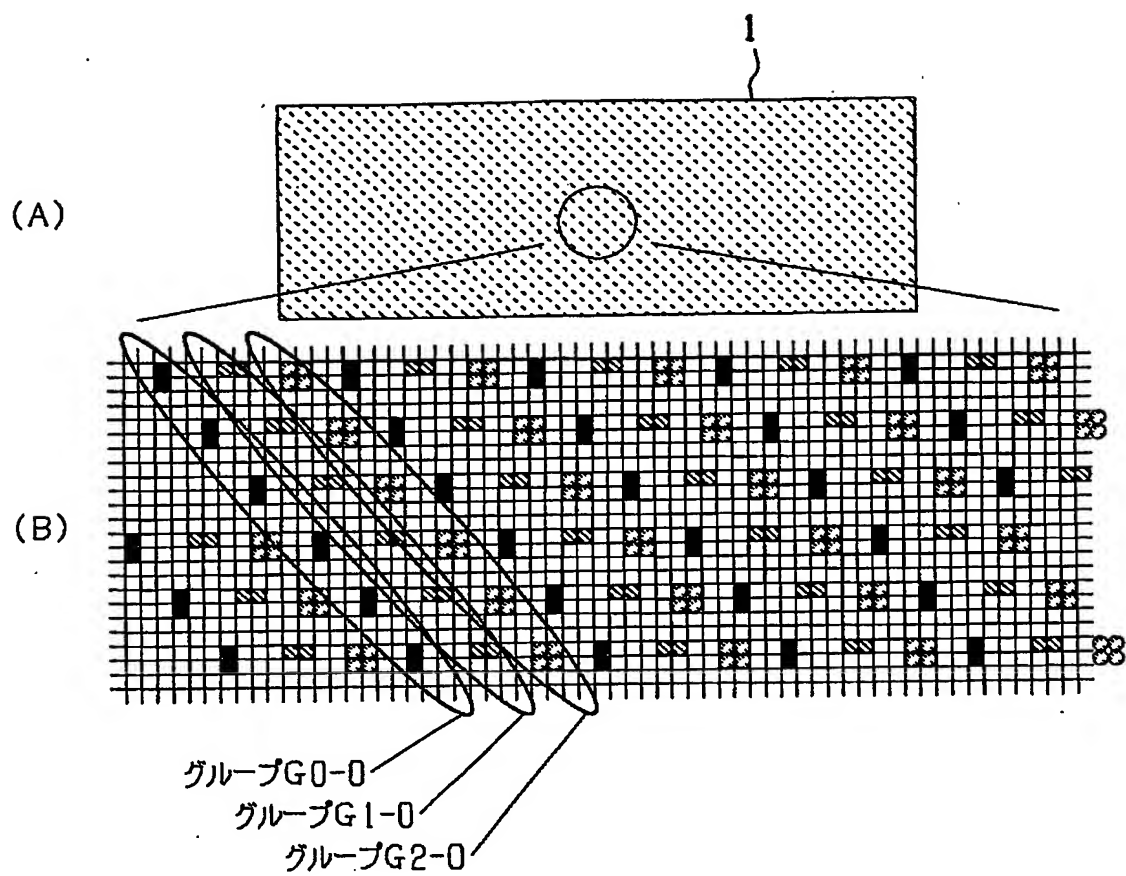
【図18】



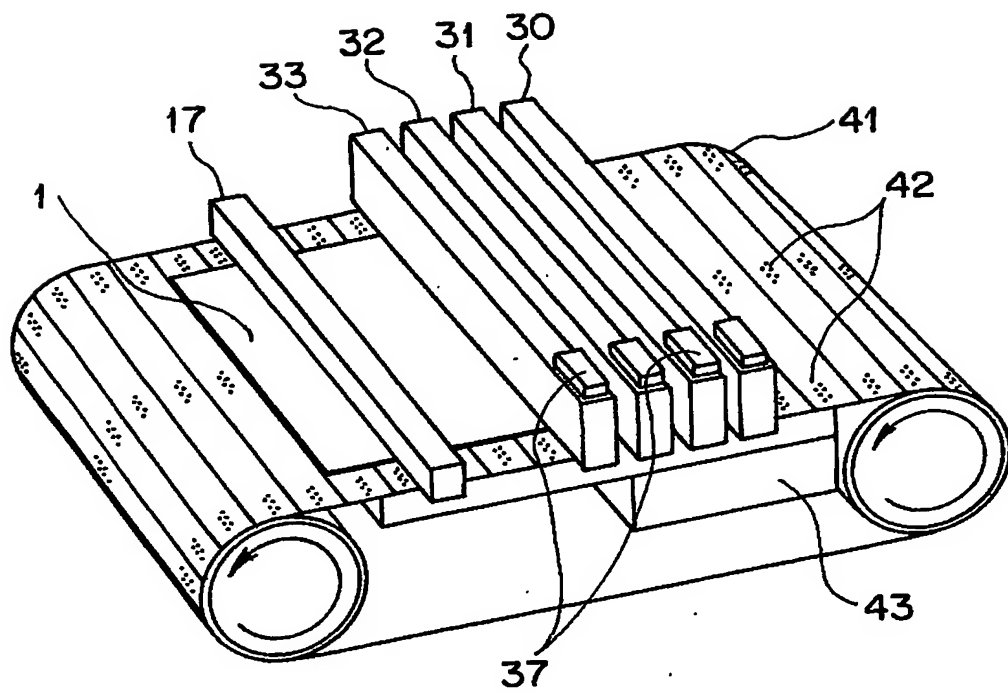
【図19】



【図20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プリンタやスキャナ等の幾何的特性を容易に高精度で解析することができる幾何特性解析システム等を提供する。

【解決手段】 所定の幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶部 9 と、上記幾何特性フォーマットに基づきチャートデータを生成するチャートデータ生成部 10 と、上記チャートデータに基づいてマーク群を用紙等の記録媒体に印字することによりテストチャートを作成する印字部 16 と、上記テストチャートを撮像してチャートイメージを出力する撮像部 17 と、上記チャートイメージから各マークの中心を算出するマーク中心算出部 12 と、このマーク中心算出部 12 による算出結果と上記幾何特性フォーマットに基づくチャートとを比較して各マーク位置の 2 乗誤差が最小となるようにフィッティングを行い幾何特性を解析するフィッティング部 13 と、を備えた幾何特性解析システム。

【選択図】 図 6



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
氏 名 オリンパス光学工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**